

教育部108年度中小學科學教育計畫專案

期末報告大綱

計畫編號：014

計畫名稱：【科學繪圖】~為國小學生打開走進自然科學的一道門(第二年)

主持人：楊勛凱

協同主持人：李靜嫻

執行單位：嘉義市精忠國民小學

壹、計畫目的及內容：

一、計畫動機：

精忠國小位於嘉義市東區的邊緣，是迷你小學校，屬偏鄉眷村小學，學區內新移民、單親、低收、隔代教養等目標學童比例逾5成，學童少有機會接觸多元的資訊刺激，導致學生家庭社經背景的差異表現會反應在學習成就表現上。本研究希望引入資源，彌補其因家庭功能不彰造成的不足與缺憾，將有助於提升學生基本學力，同時給予學生願意自主學習科學素養，向上提升自然領域成就感的積極動力。

【科學繪圖】是科學研究的方法之一，超越文字與語言的限制，讓有塗鴉童心的國小學生，透過自然觀察與資料收集，將生物特徵與特性以繪圖方式呈現；加上文字解說，輔助知識的傳播。讓學生學習嚴謹的態度，培養觀察力與專注力，並能磨練耐心，鍛鍊毅力，還能親近大自然，於無形中增加自然科學的知識。

【科學繪圖】非常適合國小階段學生學習，它是結合自然、藝術、語文及生活科技等跨領域統整課程。

二、計畫目的：

- (一)以行動研究模式修正「科學繪圖」課程。
- (二)實行第一年修改後的行動方案課程。
- (三)辦理學生作品成果發表。
- (四)分析學生課程中觀察力、成就感、繪圖能力、繪畫技巧、自然知識、生活連結及對科學興趣的提升程度。

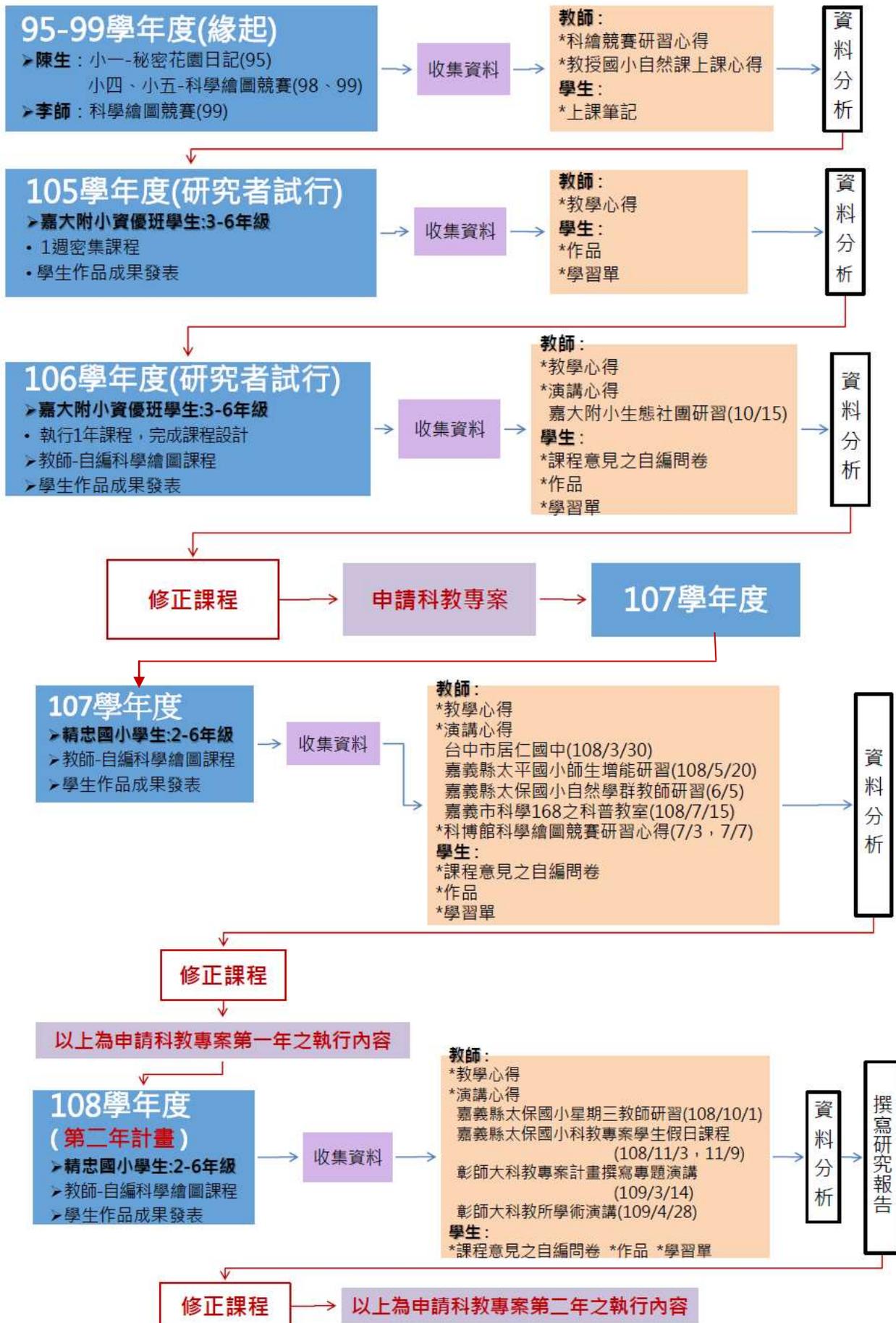
三、計畫內容：

本計畫藉由【科學繪圖】課程，讓學生了解「自然觀察」的重要性，希望學生喜歡上手繪大自然，開啟學生對科學的好奇心與熱忱，打開一道走進自然科學的門，啟發孩子對自然科學的興趣。但是，目前國內有關科學繪圖教學的課程仍十分有限，也不夠重視，教學研究論文在國內也相當少，因此本計畫自編課程，希望從國小階段開啟學童科學繪圖之門。

今年為第二年的計畫延伸，本計畫為自編課程共9單元，如『貳、研究方法及步驟』所示，於週五下午社團時間上課，在第一年完成初階的科學繪圖實作練習(完成校園明信片年曆製作作品)，在第二年完成進階的科學繪圖實作(完成科學繪圖主題作品)，另外，第二年會招收新的學生，他們將進行第一年計畫中自編的科學繪圖課程修正後的課程版本，根據學生學習情況適時調整，藉此比較學生的學習成效。

貳、研究方法及步驟：

一、研究方法流程



二、第一年行動研究模式修正「科學繪圖」課程，執行過程遇到的問題與修正如下：

(一)教材方面

問題一：進行『植物拼貼活動』時，學生自訂的主題相同，拼貼的植物材料相似。上課時帶植物教材來的學生只佔10%，故大部分學生使用教師準備的教材。又因拼貼主題讓學生自訂，結果幾個好朋友都拼貼「蜻蜓」，造成他們的完成作品沒有獨特性。

行動方案：1. 規定主題不能相同，避免學生因相互模仿，少了獨特性與創意。

2. 拼貼植物應全部由學生自己準備，可以帶學生去校園收集題材或寫在聯絡簿提醒學生準備。

執行檢討：下次課程確實執行，落實學生增加親近住家附近大自然的機會。

(二)工具方面

問題一：課程中學生一起共用繪圖工具，學生有時候需多出額外等待的時間，影響上課進度。

行動方案：每位學生一份完整繪圖工具箱，貼上姓名。

執行檢討：課程中每位學生繪圖時不受干擾，貼上姓名，學生也會珍惜愛護工具箱。

問題二：進行到水彩繪畫課程，發現全部的學生都是第一次使用水筆，對於水筆畫出來水量的控制有困難，作品紙張都太濕，還有學生一遇到水便玩性大發。

行動方案：像學習練書法一樣，先讓學生畫不同粗細的一，練習力道與水量，另外，在色彩學的課程裡，讓學生藉著調色盤的調色，練習水筆使用。

執行檢討：當在課程中讓他們用水筆練習調色後，學生漸漸上手。

(三)課程內容方面

問題一：在鉛筆素描教學，教師提供的觀摩作品太單一，只觀看一個立體素描的觀摩影片，無法讓學生滿足。有學生自行用平板查詢關鍵詞：「鉛筆的立體世界」，與同學分享，並告知教師他們覺得很畫者很厲害，對鉛筆表現的立體世界感到不可思議。

行動方案：應補充更多鉛筆所繪之立體圖，加強學生體會用鉛筆利用明暗，來呈現物體立體空間的表現。

執行檢討：於下一次上課補充，結果學生驚豔，隨手拿身邊物品(例如：眼鏡、橡皮差、鉛筆盒等)馬上作畫，想挑戰自己的能力。

問題二：在課程中介紹「花的構造」，為培養學生觀察力，讓他們解剖洋桔梗的花，教師畫了一般常見的花的結構圖，包括：雄蕊、雌蕊、子房、花瓣、花萼、花藥、花柱、胚珠等，學生對於胚珠很有興趣，但將子房縱切或橫切後，用放大鏡觀察，還是不容易看到胚珠。

行動方案：跟他校借手機或平板式行動顯微鏡，可放大60倍觀察。

執行檢討：下次上課讓學生操作行動顯微鏡，學生順利看到胚珠，對花的結構印象更深刻。

問題三：進行到葉子科學繪圖練習時，學生有些使用乾燥的葉子標本，有些去校園撿拾新鮮的葉子檢體來作畫，課程內容先設計教導學生點畫技巧，接著再用同一個檢體做水彩畫的教學，兩種畫法均使用同一片葉子，原意是想讓學生做比較，可是當要畫水彩畫法時，新鮮的葉子檢體已非原來樣貌了。

行動方案：課程安排可讓學生先學水彩畫法，再進行畫點教學，才不會因檢體無法保存造成顏色和型態改變的問題。

執行檢討：因為教學生鉛筆素描後，直接進入以黑白表現的點畫，以黑點的疏密技法表現明暗，下次課程可以做互調。

(四)學生方面

問題一：學生缺乏數感，對於物體尺寸大小，無法目測。

行動方案：教導學生用捲尺實際測量自己身體各部位的尺寸，並做記錄。

執行檢討：幫助了解自己身體各部位的大小，例如：有學生手掌張開高達20cm，一隻手指寬1cm等等，當學生在野外觀察大自然時，能輕易估測並判斷物體大小，讓身體成為簡便測量尺。

(五)教師方面

問題一：教師在98年陪伴小孩參加科博館舉行的科學繪圖競賽活動，並於99年親自參加之後，在自然課的教學上，有些單元搭配科學繪圖的方式融入課程裡，都有不錯的效果，但是因為科教專案的計畫，所以想看看目前科學繪圖的發展方向，可以成為最佳的參考資料。

行動方案：利用今年暑假抽空參與108年科學繪圖競賽活動的基礎與進階研習課程，吸取更多相關知識。

執行檢討：雖然教師本人暑假要帶學生參加全國科展與科技競賽和家族旅遊，仍利用短暫的空檔參加研習及比賽，與參賽的學員與研習講師交流，雖然名次沒有99年(成人組第一名)佳，但在倉促的時間完成下能得到成人組佳作實屬幸運，作品將在自然學友之家展示一年，計畫帶學生到場觀摩所有優秀作品。

(六)學習單方面

課程內容：介紹葉子的特徵與功能。

《第一年的行動研究模式修正》

問題一：教師只用圖片介紹，下課時，學生主動去校園撿拾葉子，於上課時開心地說她找到線形的葉子。----2019/01/16

行動方案：課堂上教師在課程介紹後，應該安排學生實際去校園觀察葉形與葉緣。

執行檢討：他日在校園或田野觀察時，可適時提醒學生實地觀察，另外，於第二年計畫在此單元增加學生立即觀察的行動。

《第二年的行動研究模式修正》

問題二：教師除了用圖片介紹，下課時安排學生實際去校園觀察葉形與葉緣與撿拾葉子回教室對照圖片，學生撿拾龍柏的葉子，卻不知該分類於何處。----2020/03/06

行動方案：課堂上，教師在課程介紹雖然提到種子植物的葉脈有平行與網狀，分別為單子葉植物與雙子葉植物，並簡單介紹子葉，學生實際去校園觀察葉形與葉緣時，卻採集到針葉植物，教師對於植物的分類應有更深更廣的介紹。

執行檢討：於下一次上課補充裸子植物與被子植物兩者差異的介紹。

三、研究方法：自編科學繪圖課程(修正版)

表一：課程設計表

課程名稱	【科學繪圖】~為國小學生打開走進自然科學的一道門(第二年)		
年段/學期	二三四五六年級上下學期	總節數	40(兩週2節)
12年國教核心素養具體內涵			
■自-E-A1 能運用五官，敏銳的觀察周遭環境，保持好奇心、想像力持續探索自然。			
■自-E-A2 能運用好奇心及想像能力，從觀察、閱讀、思考所得的資訊或數據中，提出適合科學探究的問題或解釋資料，並能依據已知的科學知識、科學概念及探索科學的方法去想像可能發生的事情，以及理解科學事實會有不同的論點、證據或解釋方式。			

- 自-E-A3 具備透過實地操作探究活動探索科學問題的能力，並能初步根據問題特性、資源的有無等因素，規劃簡單步驟，操作適合學習階段的器材儀器、科技設備與資源，進行自然科學實驗。
- 自-E-B1 能分析比較、製作圖表、運用簡單數學等方法，整理已有的自然科學資訊或數據，並利用較簡單形式的口語、文字、影像、繪圖或實物、科學名詞、數學公式、模型等，表達探究之過程、發現或成果。
- 自-E-B2 能了解科技及媒體的運用方式，並從學習活動、日常經驗及科技運用、自然環境、書刊及網路媒體等，察覺問題或獲得有助於探究的資訊。
- 自-E-B3 透過五官原始的感覺，觀察週遭環境的動植物與自然現象，知道如何欣賞美的事。
- 自-E-C1 培養愛護自然、珍愛生命、惜取資源的關懷心與行動力。
- 自-E-C2 透過探索科學的合作學習，培養與同儕溝通表達、團隊合作及和諧相處的能力。
- 自-E-C3 透過環境相關議題的學習，能了解全球自然環境的現況與特性。

學習評量指標

1 能認識科學繪圖的應用及原則。 2 能欣賞科學繪圖中科學研究與圖像表達的意義。 3 能欣賞生活中科學繪圖的蹤跡。 4 能完成一幅科學繪圖明信片。 5 能發表解說自繪的科學繪圖明信片。	6 能描繪一個物種的完整性。 7 能蒐集與主題相關的科學知識並能分析與資料整合。 8 能完成圖文並茂的科學繪圖作品。 9 能發表解說科學繪圖作品。 10 能提升自然科學的知識與興趣。 11 能將科學繪圖能力運用在各領域的學習上。
--	---

課程設計

	單元名稱	教學內容
1	認識科學繪圖	科學繪圖發展史
		科繪的故事(影片)-學習單 1
		手繪科學繪圖的優點介紹-學習單 2
		介紹科學繪圖作品與網站
		活動 1: 觀察力練習+牛刀小試(觀察辣椒或甜椒、豌豆、秋葵等)
2	生物的背景知識	介紹生物的演化、生物分類系統、生物的命名、生物的多樣性
		活動 2: 拼湊大自然(植物拼貼畫)
		微觀世界(1)行動顯微鏡 (2)USB 電子式光學顯微鏡觀察
		活動 3: 生物細胞標本製作與細胞構造繪圖練習
3	發現生活中的科學繪圖	理想、完美的科學繪圖具備的特性、發現生活中科學繪圖的蹤跡
4	自然觀察與資料蒐集的重點	參考資料來源的搜尋方法介紹
		實例經驗分享: 桃花心木
		花的構造介紹
		活動 4-1: 洋桔梗花的解剖與構造繪圖
		教室裡遇見生態步道的花花世界
		活動 4-2: 蘭潭步道生態秀-植物解說與生態筆記紀錄練習
5	如何畫出生動的科學繪圖	物體如何被看見、光的特性、繪圖與光源
		活動 5: 實物鉛筆繪圖練習
		點描法介紹、秀拉與點描畫派、點描作品賞析
		繪圖步驟與技巧的介紹
		葉子的觀察-學習單 3
		活動 6: 點畫練習-1. 蘋果書籤、2. 葉子
		色鉛筆與水彩技法的介紹與練習
		簡易調色盤製作與介紹
顏色變變變-學習單 4		
		活動 7: 葉子卡片水彩畫練習~與點畫(活動 6)同一片葉子
6	科博館科學繪圖競賽作品欣賞與分享	介紹如何畫出生動的科學繪圖
		科博館科學繪圖競賽作品介紹

		學習單 5：學生整理得獎作品作者創作動機、資料蒐集項目與給予評語。
		分享與報告
7	科學繪圖實作練習	手繪科學繪圖明信片-校園植物版 介紹 pages 與 Dropbox 雲端上傳資料 明信片格式設計與排版(pages) 活動 9:明信片-繪圖+解說 活動 10:年曆製作 DIY 活動 11-1:標本採集與製作(一)-乾燥 活動 11-2:標本採集與製作(二)-固定 活動 11-3:作品展示-乾燥標本與手繪科學繪圖作品(作品解說表黏貼+裱褙)
8	科學繪圖主題作品	活動 12：選定繪圖主題與圖說；準備材料；繪圖；蒐集主題相關科學知識；定稿、文字說明整理與版面編排；完成活動單；成果發表會
9	生態觀察與解說	活動 8: 田野生態觀察:蘭潭生態步道植物介紹與觀察-植物解說記錄練習(8格小書);生態旅遊;步道踏查;田野觀察與紀錄
補充	參加科學繪圖競賽	有興趣的學生,於暑假可參加科博館舉辦的科學繪圖研習活動

參、目前研究成果：

(一)完成科學繪圖之活動與具體成果及效益如下表：

學生	活動	名稱	活動設計目的
第一年生	期中	1 觀察力練習+牛刀小試(觀察食材)	觀察材料隨手捨得,把家裡廚房當實驗室,訓練觀察力,親子同樂。
		2 拼湊大自然(植物拼貼)	收集家裡庭院或附近公園校園裡的葉子果實花種子進行植物拼貼畫,展現創意,藉此親近大自然,認識周遭的生態。
		3 生物細胞標本製作與細胞構造繪圖練習	引導學生進入微觀的世界,嘗試細胞結構的繪圖,啟發好奇心。
		4-1 洋桔梗花的解剖與構造繪圖	練習解剖的技巧,觀察花的細部構造,訓練觀察力與自主學習能力。
		4-2 植物解說與生態筆記紀錄練習	藉由教師生態解說投影片,學生練習隨身筆記的紀錄與整理,訓練專注力與觀察力。
	期末	5 實物鉛筆繪圖練習	藉由光影的變化觀察明暗,練習素描立體表現技法。
		6 點畫練習(檢體:葉子)	教導點畫技巧。藉由代針筆畫出的黑點,由疏密呈現明暗。
		7 水彩畫練習(檢體:葉子)~與點畫(活動6)同一片葉子	提升水彩畫技巧。
		8 田野生態觀察:蘭潭生態步道植物介紹與觀察-植物解說記錄練習(8格小書)	由老師解說生態,學生練習隨身筆記的紀錄與整理。
第二年生	期中	10 年曆製作 DIY 與彩繪作品集封面	將明信片作品集結成下一年度的年曆,可以陪伴一整年,也可送給至親好友,感受到手繪明信片的溫暖筆觸。
		11-1 標本採集與製作(一)-乾燥	學習植物標本正確的採集與製作方法。
		11-2 標本採集與製作(二)-固定	學習乾燥的植物標本正確固定與保存方法。
		11-3 作品展示-乾燥標本與手繪科學繪圖作品(作品解說表黏貼)	練習完整植株的科學繪圖,學習正確性的科學解說,獨立完成中型的作品,建立信心,提高繪圖能力。
	期末	12 選定科繪主題與圖說和繪圖	練習蒐集主題相關科學知識;定稿、文字說明整理與版面編排。
		8 田野生態觀察:蘭潭生態步道植物介紹與觀察-植物解說記錄練習(8格小書)	由老師解說生態,學生練習隨身筆記的紀錄與整理。

肆、目前完成進度

一、完成之工作項目如表二：「課程進度表」所示。

二、第一年學生：表二的「*區塊」為期中完成進度，進行到第4單元。「@區塊」為期末完成，進行到第6單元與第9單元。

第一年上學期主要工作重點是幫學生建立正確的學習態度、建構更完整的生物背景知識、了解自然觀察與資料蒐集的方式。第二年計畫裡，新生將進行修正版的自編科學繪圖課程，新增學生實作的活動、生態解說課程與田野生態觀察，加深學生的自然觀察經驗與設計學習單呈現學生的學習表現。

下學期科主要工作重點是介紹繪圖技巧，包括：點畫法與水彩畫法，田野生態觀察，藉由實作練習讓學生提升繪圖能力與觀察力，觀看科博館科學繪圖競賽不同年份精彩得獎作品，分析作品文字解說與繪圖編排的版面，藉由觀摩競賽作品了解作者的創作歷程，建立正確的自然觀察方式與資料蒐集重點，提升解說能力。

三、第二年學生：表二的「%區塊」為期中完成進度，進行到第7單元。「#區塊」為期末完成，進行到第8單元與第9單元。

第二年科學繪圖課程主要工作重點是科學繪圖實作練習，題材的科學背景知識和資料蒐集後的分析與組織並以文字解說，與籌劃科學繪圖的主題作品，加強對學生個別指導，幫學生建立正確的學習態度、建構更完整的生物背景知識、了解自然觀察與資料蒐，提升學生查詢與整合資料的能力，以充裕的時間完成一件更完善的主題作品。

表二：課程進度表

時程(月份)		工作項目											
		九	十	十一	十二	一	二	三	四	五	六	七	八
第一年學生	問卷施測(課程前期)	*											
	單元1：認識科學繪圖	*	*										
	單元2：生物的背景知識		*	*									
	單元3：發現生活中的科學繪圖			*									
	單元4：自然觀察與資料蒐集的重點			*	*	*							
	單元5：如何畫出生動的科學繪圖					*	@	@	@	@	@		
	單元6：科博館科學繪圖競賽作品欣賞										@	@	
	資料蒐集及分析：教師課程單元省思	*	*	*	*	*	@	@	@	@	@	@	
	資料蒐集及分析：學生課程學習紀錄	*	*	*	*	*	@	@	@	@	@	@	
	撰寫報告					*					@		
第二年學生	單元7：科學繪圖實作(題材練習)	%	%	%	%	%							
	單元8：科學繪圖主題作品						#	#	#	#	#		
	單元9：生態觀察與解說										#@		
	成果發表											#@	
	補充單元：參加科博館科學繪圖競賽活動												
	資料蒐集及分析：學生練習自然科學相關題材的知識整理進度之記錄	%	%	%	%	%	#	##	#	#	#	#	
	資料蒐集及分析：學生繪圖進度之指導與修正	%	%	%	%	%	#	#	#	#	#	#	
	問卷施測(課程後期)												#
撰寫報告					%					#			

伍、預定完成進度：

一、第一年學生：完成第6單元與明信片印製。

- 二、第二年學生：完成第8單元的主題作品，年曆與明信片印製。
- 三、成果發表與分析學生作品以及對科學興趣的提升程度。

陸、討論與建議(含遭遇之困難與解決方法)

- 一、科學繪圖是將科學知識視覺化，能有效地傳遞科學訊息；有學者曾說，科學繪圖是融合科學知識與美學的媒介，能提供學習知識的樂趣與美感的體驗，故關於繪畫速度與技巧的提升，也是很重要的一環，有這樣的能力，作者便能快速精確地把所需的圖像畫下來，達到與人溝通的目的，但是這些能力無法一蹴可幾，需長期培養，也許當學生接觸科學繪圖後，能激發他們在美術課認真學習藝術與技術的動力。
- 二、因新冠肺炎的疫情，原定5月份去科博館參觀的行程被迫取消，原本預計帶學生去自然學友之家參觀指導教師李老師和其他競賽得獎者的科學繪圖作品(展示至今年8月)，現在只好請家長找時間帶學生自行前往。
- 三、期中報告時，教授建議將研究成果整理推廣，本計畫執行老師已申請第三年計畫，預計進行修正後的優化課程，編制符合「知識」、「技能」、「態度」三面向的科學繪圖量表，提供給學生與參與課程教師評量，和編撰教學手冊。

柒、參考資料

- 陳俊宏(2017)。以科學繪畫來培養觀察力。科學 on line 高瞻自然科學教學資源平台。網址：<http://highscope.ch.ntu.edu.tw/wordpress/?p=75036>。
- 許秋容、譚美芳和楊美珠(2013)。科學繪圖的教學。科學月刊，522：440-445。網址：https://goo.gl/Kt6tYqcontent_copy。
- 許心馨(2017)。博物館教育活動評量：以國立自然科學博物館科學繪圖研習及競賽為例。網址：<http://hdl.handle.net/11296/vnkxty>。
- 玉瑞香(譯)(2015)。小獵犬號航海記。台北：馬可波羅文化。
- 張蕙芬(2009)。自然老師沒教的事。台北：天下文化。
- 劉美安(譯)(2015)。超簡單！自然野趣拿筆就能畫。新北：野人文化。
- Elaine R. S. Hodges(2003)。The Guild Handbook of Scientific Illustration。USA：Wiley。
- 國科會「臺灣科普傳播事業催生計畫—媒體製作」補助慈濟大愛電視台《發現》科普節目(2011)。科學繪圖的故事。網址：<https://www.youtube.com/watch?v=S1Lw8FffJCU>。
- 人文講堂(2015)。
- 用畫筆典藏大自然。網址：<https://www.youtube.com/watch?v=M0yeE6hqUgY>。
- 國立自然科學博物館-自然學友之家-科學繪圖研習。網址：<http://www.nmns.edu.tw/>。
- 黃俊霖、楊雪華。植物科學繪圖的點、線、面。國立自然科學博物館管訊，296。網址：<http://edresource.nmns.edu.tw/ShowObject.aspx?id=0b81da1ca30b81f0b929>